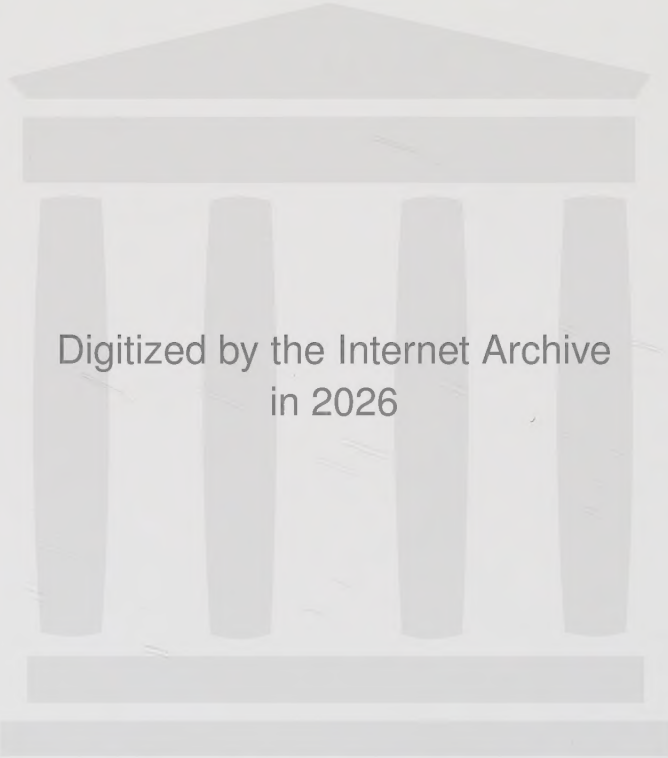


Die Bedeutung niedriger Immissionskonzentrationen
industrieller Ozon- und Stickoxydverunreinigungen
bei Asthma-Kranken als Emissions-Nebenwirkung von
Luftreinigungsgeräten

Petra Dannenbring



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554821_0032

Aus der Asthma- und Allergieklinik Bad Salzuflen

Chefarzt: Prof. Dr. med. E. Stresemann

Die Bedeutung niedriger Immissionskonzentrationen
industrieller Ozon- und Stickoxydverunreinigungen
bei Asthma-Kranken als Emissions-Nebenwirkung von
Luftreinigungsgeräten

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

zur

Erlangung des Doktorgrades der Medizin

einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster

Vorgelegt von

Petra Dannenbring

aus Bremen

1981

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster



Dekan:

Prof. Dr. med. H. J. Kühle

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. E. Stresemann

2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. Koch

Tag der mündlichen Prüfung: 26.3.1982

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Material und Methode	
Erster Untersuchungsabschnitt	2 - 4
Zweiter Untersuchungsabschnitt	4 - 8
Ergebnisse	
I. Erster Untersuchungsabschnitt	9 - 16
1. Pollen und Cladosporium Konidien Zählungen	
2. Symptomatologie der Probanden	16 - 19
II. Zweiter Untersuchungsabschnitt	19 - 22
Diskussion	23
Zusammenfassung	30
Literaturnachweis	31 - 36
Anhang	37 - 41
Lebenslauf	42

Einleitung

Wie bekannt, können Pollen und Schimmelpilzsporen bei sensibilisierten Personen zu Atemwegserkrankungen, d.h. zu Heuschnupfen und/oder Bronchialasthma als Ausdruck einer allergischen Reaktion führen. Wenn diese inhalativen Allergene aus der den Patienten unmittelbar umgebenden Luft, z.B. im häuslichen Milieu entfernt werden könnten, müßte dieses zu einer Verminderung der Symptome führen.

Um dieses Ziel zu erreichen, bemühte man sich schon seit langem um die Herstellung von Geräten zur Filtrierung der Raumluft, wobei sich im Laufe der Jahre zwei Methoden herauskristallisierten, nämlich eine rein mechanische und eine andere, die auf elektrostatischer Präzipitation von Partikeln beruht.

Die vorliegende Arbeit bezweckt die Prüfung der Wirksamkeit der Zimmerluftreinigung bei Kranken mit Bronchialasthma und allergischer Rhinopathie durch Luftreinigungsgeräte, die auf dem Prinzip der elektrostatischen Präzipitation aufbauen.

Da bei diesem Verfahren Ozon und Stickstoffmonoxyd und -dioxid als Nebenprodukte entstehen, waren ggf. auch deren Wirkungen bei Patienten mit Atemwegsbeschwerden zu ermitteln.

Material und Methode

Die Untersuchungen fanden in der Asthma- und Allergieklinik der Kliniken am Burggraben in Bad Salzuflen statt.

Erster Untersuchungsabschnitt:

Dieser erstreckte sich auf einen Zeitraum vom 1.6.1977 - 31.7.1977.

Dabei galt es

- a) in einem Doppelblindversuch zu ermitteln, ob ein kommerzielles Luftfilterungsgerät*, das Raumluft von Pollen und Schimmelpilzsporen befreit, Linderung von Beschwerden zu bewirken vermag bei Personen, die an Heuschnupfen oder exogen-allergischem Bronchialasthma leiden und
- b) Messungen vorzunehmen, die den Sporen- und Pollengehalt der Außenluft feststellen wie den der Raumluft eines beliebigen Patientenzimmers, in dem kein Luftreinigungsgerät eingeschaltet worden war.

Zu a):

Es wurden 18 Probanden mit aktueller Pollen- und/oder Schimmelpilz-Sensibilisierung der oberen und tieferen Atemwege gewählt. Jeder Patient wurde über Art und Inhalt des Versuches aufgeklärt. Er erhielt darüberhinaus ein Patientenmerkblatt und Protokollbögen (siehe Anhang).

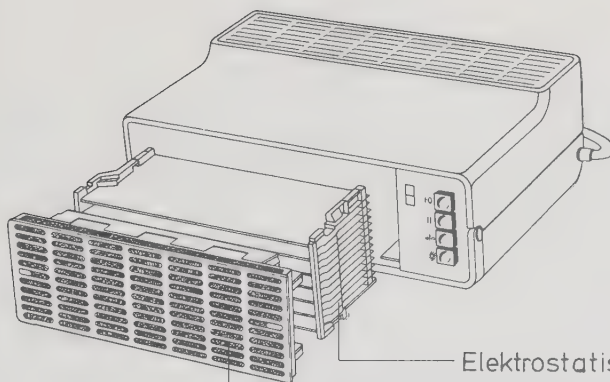
Zwei Arten von Filtergeräten wurden eingesetzt:

1. Neun Geräte mit aktivem Filterteil und
2. neun Geräte ohne Luftfilterung.

Bei den ersteren erfolgte die Luftfilterung mit Hilfe der elektrostatischen Präzipitation korpuskulärer Partikel in einem Hochspannungsfeld in kontinuierlichem Luftstrom (siehe Skizze). Welche Geräteart eingesetzt wurde, war Untersucher und Patienten nicht bekannt.

* Elektronik-Luftreiniger L 265, Firma Miele

Luftreiniger mit elektrostatischer Filterzelle



Elektrostatische Filterzelle

Wirrfaservlies-Vorfilter

Gebläseleistung:

Stufe I ca. $90\text{m}^3/\text{h}$

Stufe II ca. $180\text{m}^3/\text{h}$

Das Prinzip der elektrostatischen Luftreinigung



A = Hochspannungsdraht

B = Aluminiumplatten

○ = ungeladenes Staubteilchen

⊕ = durch positive Molekulationen
aufgeladenes Staubteilchen

Das Gerät, das auf dem Fußboden stand, wurde jeweils an einem Montag um 12^h in Betrieb genommen. Von da an lief es 3 Wochen lang ununterbrochen auf Stufe 2 bei einer Gebläseleistung von ca. 180 m³/Stunde, d.h. bei einem Luftdurchsatz von vier Luftwechsel pro Stunde. Die Patienten wurden gebeten, während dieser Beobachtungsperiode das Zimmer nur durch das vorhandene Kippfenster zu lüften und die Türen zum Verlassen und Betreten nur kurzfristig zu öffnen.

Zu b):

Zur Vornahme der Messungen wurden zwei Sporenfallen aufgestellt: eine auf dem Flachdach der Klinik (Hirst-Falle) und die andere in dem Patientenzimmer (Burkard-Falle). Beide arbeiteten kontinuierlich. Bei der Hirst-Falle werden 10 l Luft/Min. angesaugt und dabei über einen Objektträger geleitet, der sich 2 mm/h weiterbewegt. Der Objektträger ist mit einer Vaselineschicht versehen, auf der Pollen und Sporen haften können. Die Burkard-Falle ist eine modifizierte Hirst-Falle. Statt des Objektträgers ist hier eine Folie um eine Trommel gelegt, die sich langsam dreht (2 mm/h). Die Folie ist ebenfalls mit einer Vaselineschicht belegt. Objektträger und Folie werden alle 24 Stunden ausgewechselt. Das anfallende Untersuchungsmaterial wurde zur qualitativen und quantitativen Auswertung an das Umweltbundesamt in München geschickt.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse dieses ersten Versuchsabschnittes erfolgte mit Hilfe einer EDV-Anlage. Häufigkeitsunterschiede wurden über 2- χ^2 -Tests, Mittelwertsunterschiede über t-Tests bzw. Varianzanalysen auf Signifikanz geprüft.

Zweiter Untersuchungsabschnitt:

Dieser dauerte von Juli 1978 bis Sept. 1979 und war die Folge von auffälligen, zunächst nicht verständlichen Begleiterscheinungen, die bei einer Anzahl von Patienten während des ersten Untersuchungsabschnittes zu beobachten waren: Manche der Probanden hatten über sichtlich vermehrte Atembeschwerden geklagt. Wie die statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse erwies, handelte es sich bei jenen Patienten nicht etwa um die, die wir den Placebo-Versuchen unterworfen hatten, sondern um jene, in deren Räumen Geräte mit aktivem Filterteil benutzt worden

waren.

Es ist bekannt, daß, wie bereits erwähnt, bei elektrostatischer Präzipitation als Nebenprodukt O_3 , NO und NO_2 entstehen, ferner, daß diese Gase an den Luftwegen Reizerscheinungen verschiedenster Art hervorrufen können. Somit lag es nahe, daß auch in unserem Fall diese Gase für die unerwartete Reaktion der Patienten ursächlich infrage kommen könnten, was zu einer Abänderung des bisher verwendeten Geräte-Typs führte mit dem Ziel, die Ozonproduktion auf ein Minimum zu reduzieren.

Gemeinsame Überlegungen mit technischen Beratern ergaben, daß zwar die anfallende Ozonproduktion verringert werden könne durch Verwendung eines Ionisierungsdrahtes von größerem Durchmesser, daß damit aber auch gleichzeitig die Fähigkeit zur Präzipitation von Partikeln negativ beeinflusst würde, d.h. die Reinigungswirkung des Filtergerätes würde herabgesetzt. Die notwendige Aufrechterhaltung dieser Funktion bei gleichzeitiger Minimalisierung der Ozonproduktion wurde schließlich erreicht durch das Anbringen eines zusätzlichen Vorwiderstandes. Es folgten nun Untersuchungen im Taunus-Observatorium Frankfurt⁹ zur Ermittlung der eventuell produzierten Konzentrationen des O_3 , NO und NO_2 . Zehn verschiedene Modifikationen wurden geprüft, wobei die Modifikationen 1 und 2 den im ersten Untersuchungsabschnitt verwendeten Geräten entsprachen. Sie produzierten die höchsten O_3 -Konzentrationen, 0,036 ppm auf Gebläsestufe 1 und 0,025 ppm auf Gebläsestufe 2. Die Modifikationen 7 und 8 ergaben die günstigsten Ergebnisse, eine O_3 -Konzentration von 0,011 ppm auf Stufe 1 und 0,006 ppm auf Stufe 2. Alle zehn Modifikationen erzeugten nur NO_2 nahe der Nachweisgrenze (0,012 ppm) und die Menge war nur geringfügig höher als in der Raumluft bei abgeschaltetem Gerät nachweisbar war. Die NO-Produktion betrug 0,006 ppm.

In dem zweiten Versuch wurden nun die modifizierten Gerätetypen 7 - 8 angewandt. Er wurde ähnlich wie der erste durchgeführt. Nur wurden diesmal drei Luftreinigerarten miteinander verglichen:

1. Seriengeräte, wie sie im ersten Untersuchungsabschnitt verwendet wurden,
2. die modifizierten Geräte 7 - 8,
3. Leergeräte ohne Luftfilterung.

Da Allergie hier keine Rolle mehr spielte, es kam auf den möglichen ungünstigen Einfluß des O_3 und NO_2 auf die Atemwege an, wurden Probanden mit verschiedenen Atemwegserkrankungen gewählt, d.h. exogen-allergischem oder endogenem Bronchialasthma, chronisch obstruktiver Bronchitis, Lungenemphysem und chronischer respiratorischer Insuffizienz.

Es wurden 30 Probanden gewählt, darunter auch ein Patient mit Aspergillose und einer mit primär toxischem Bronchialasthma. Die Patienten erhielten die gleichen Merkblätter, nur die Beobachtungsbögen wurden etwas abgeändert: Blatt 1 - Auswurf hinzu, Niesen und Augenreizung wurde weggelassen. Ferner mußte jeder Patient zusätzlich angeben, wieviel Stunden er sich tagsüber und nachts außerhalb des Zimmers befand und auch über das subjektive Befinden Protokoll führen. Auf dem Blatt 2 kamen Angaben über die orale und parenterale Einnahme von Bronchospasmolytika und Sekretolytika hinzu (Theophyllin, Proxyphyllin; Bromhexine.) Atemwegswiderstand (Resistance, Rt) TGV und Soll-TGV eines jeden Patienten wurden ermittelt, bevor ein Luftreiniger im Zimmer in Betrieb genommen wurde, um einen gemeinsamen Ausgangswert für die Probanden zu haben.

Die so erhaltenen Ergebnisse wurden wie folgt mit Hilfe einer EDV-Anlage statistisch ausgewertet: *

Als adäquates Auswertungsmodell bot sich ein nichtparametrisches Verfahren an, das der Datenstruktur weitgehend gerecht werden sollte. Um auch in der Zeit (Woche 1, 2, 3) (positiv) korrelierten Variablen gerecht zu werden, schien als Auswertemodell ein verallgemeinerter KRUSKAL-WALLIS-Test angemessen. Die Werte zu den Zeiten "Wochen 1,2,3" wurden als drei Variablen aufgefaßt, die zu gleicher Zeit erfaßt wurden.

Als nichtparametrisches Analogon zur parametrischen MANOVA-Analyse zur Überprüfung simultaner Nullhypothesen über die Gleichheit von Populationsmittelwerten wurde die Testgröße L_N , die asymptotisch χ^2 -verteilt war, verwendet.

* Mit der freundlichen Hilfe von Herrn Prof. Dr. W.D. Oswald

Def.: $x_{ij}^{(k)}$; Beobachtungsgröße des j-ten Individuums
der i-ten Gruppe für die Woche
 $k(i=1,2,3; k=1,2,3)$

Nullhypoethese:

$H_0 : \vec{m}_1 = \vec{m}_2 = \vec{m}_3$ oder in Komp.-Schreibweise:

$H_0 : (m_{11}, m_{12}, m_{13}) = (m_{21}, m_{22}, m_{23}) = (m_{31}, m_{32}, m_{33})$

Alternative:

H_A : Nicht alle $\vec{m}_i$ sind gleich ($i=1,2,3$)

Testgröße:

$$*L_N = \sum_{i=1}^3 \left\{ n_i \sum_{k=1}^3 \sum_{k'=1}^3 x_i^{(k)} v'_{kk'} x_i^{(k')} \right\}$$

n_i = Anzahl Versuchseinheiten der Gruppe i

$x_i^{(k)}$ = durchschnittliche Summen der Abweichungen der auf die Gruppe i entfallenen Rangplätze vom Erwartungswert der Gesamtstichprobe vom Umfang

$N (=n_1+n_2+n_3)$ für die Woche $k (=1,2,3)$.

$v'_{kk'}$ = Elemente der inversen Varianz-Kovarianz-Matrix

$L_N \sim \chi^2$, mit $p(g=1)$ Freiheitsgraden
($p=3$ Var.; $g=3$ Gruppen)

Rechengang:

Pro Behandlungswoche 1,2,3 wurden die Beobachtungswerte für die Stichprobe vom Umfang N (gem. KRUSKAL-WALLIS-Test) in Ränge transformiert und die mittleren Rangsummen der auf die Gruppe i ($=1,2,3$) entfallenen

Rangplätze gebildet. Die (3x3) Kovarianzmatrix, bezogen auf die Gesamtstichprobe ohne Berücksichtigung der Gruppeneinteilung, wurde berechnet. Die Varianz-Kovarianz-Matrix wurde invertiert, mit den Elementen $\mathbf{V}_{kk'}^{-1}$ ($k, k'=1,2,3$; entspr. Woche 1,2,3).

Die Testgröße in * ließ sich somit getrennt für jede der 12 Variablen (Var. 1,2,.....,12), d.h. Atemnot, Husten, Auswurf usw. berechnen und anhand der χ^2 -Verteilung (hier mit sechs Freiheitsgraden) beurteilen, ob die Nullhypothese über "Niveauihomogenität" verworfen oder angenommen werden mußte.

Anmerkung: Die Anzahl Merkmalsträger pro Gruppe war relativ gering abgesetzt, zudem verminderten sich die Gruppengrößen durch fehlende Werte zu den betreffenden Wochen 1,2,3. Bei Annahme der Nullhypothese war bei diesem Verfahren nur wenig über den Fehler II. Art, dem unber. Beibehalten der Nullhypothese und somit über die Power der Teststatistik, bekannt.

Bemerkung:

Die gewünschte Zahl bereitwilliger Probanden zu finden wurde dadurch erschwert, daß einige Patienten nicht gewillt waren, drei Wochen lang ihr Zimmer nur durch das Kipfenster zu lüften. Andere fanden das Gebläsegeräusch des Luftreinigers auf Stufe 2 zu störend, besonders nachts und stellten das Gerät zwischendurch auf Stufe 1 oder ganz ab. Einige Patienten brachen den Versuch ab, da sie das Gefühl hatten, zu starke Beschwerden -von dem Gerät herrührend- zu verspüren. Häufig kam es vor, daß die Protokollbögen nur unzulänglich ausgefüllt wurden und deshalb nicht mehr bei der statistischen Auswertung berücksichtigt werden konnten. Schließlich wurden die Protokollbögen, die am sorgfältigsten ausgefüllt worden waren in den Versuch aufgenommen und die der Patienten, die sich genau an die Versuchsanordnungen hielten.

Ergebnisse:

I. Erster Untersuchungsabschnitt

1. Pollen und Cladosporium Konidien Zählungen:

An einigen Tagen fanden aus technischen Gründen keine Zählungen statt.

In Abb. 1 a und 1 b werden die Konzentrationen von Pollen in Zimmer- und Außenluft in dem Zeitraum vom 1.6. bis 31.7.1977 dargestellt, Angaben in Pollen pro m^3 Luft. Es ist deutlich zu erkennen, daß in der Zimmerluft weitaus geringere Konzentrationen als in der Außenluft auftraten. Im Juni waren nur an insgesamt sieben Tagen und im Juli an fünfzehn Tagen Pollen im Zimmer zu beobachten, während die Konzentrationen in der Außenluft meistens über 40 Pollen/ m^3 Luft betrugen.

Die verschiedenen Taxa, die in diesen beiden Monaten beobachtet wurden, sind in Abb. 2 a und 2 b graphisch dargestellt. Wie nach vergleichbaren Pollenkalendern (Gelsenkirchen, Clausthal-Zellerfeld¹⁰) für diese Jahreszeit zu erwarten war, waren die Pollen der Gräser (Gramineae) deutlich am meisten vertreten, im Juli durch die Rispengräser (Poaceae). Auch die Pollen der Gattung *Urtica* (Brennnessel) waren in großen Mengen nachzuweisen. Folglich waren die Pollen dieser beiden Gattungen auch in der Zimmerluft am meisten vorhanden. Interessanterweise wurden in der Raumluft vereinzelte Birkenpollen (*Betula*) beobachtet, ohne daß sie in der Außenluft nachgewiesen wurden. Auch war die Pollenflugzeit für Birken schon vorbei. Dies ließe sich vielleicht dadurch erklären, daß die Pollen noch von der Blütezeit her im Zimmer waren oder aber durch Kleidung hereingebracht wurden, in der sie noch verfangen waren.

Cladosporium Konidien kommen das ganze Jahr hindurch vor, am zahlreichsten jedoch im Mai bis Mitte Oktober^{10, 11}.

In Abb. 3 a und 3 b werden die hier beobachteten Konzentrationen

Abb. 1a

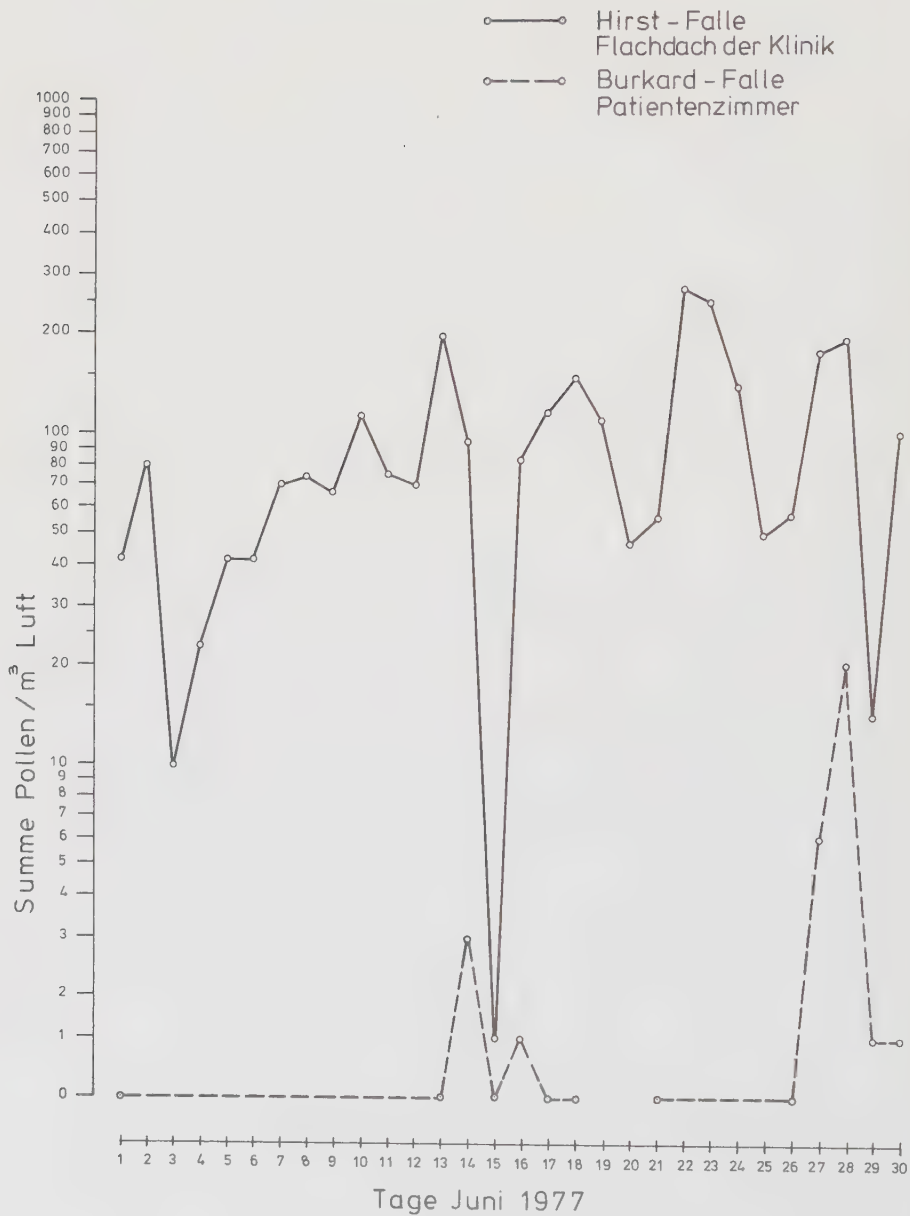
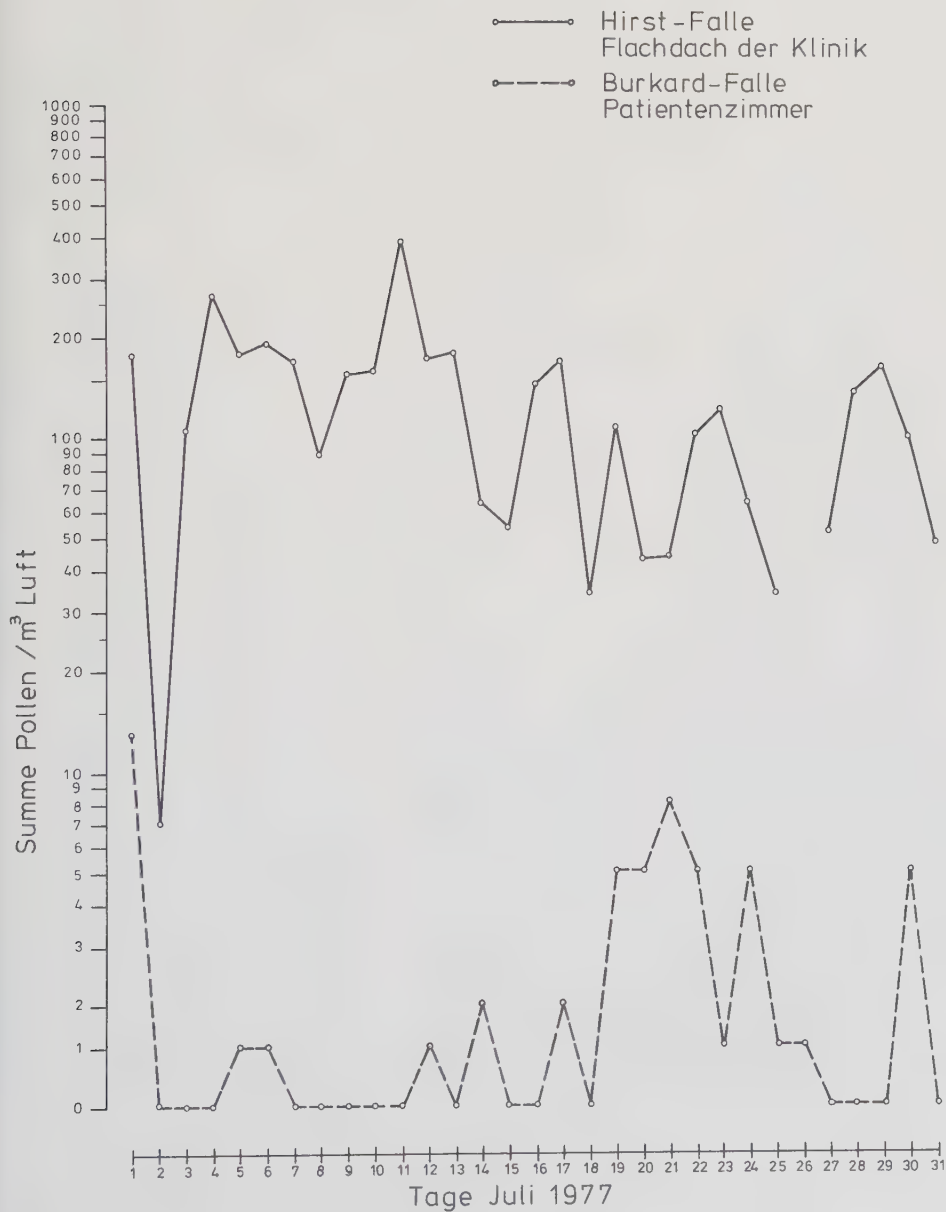


Abb. 1 b



Summe Pollen/m³ Luft Juni 1977

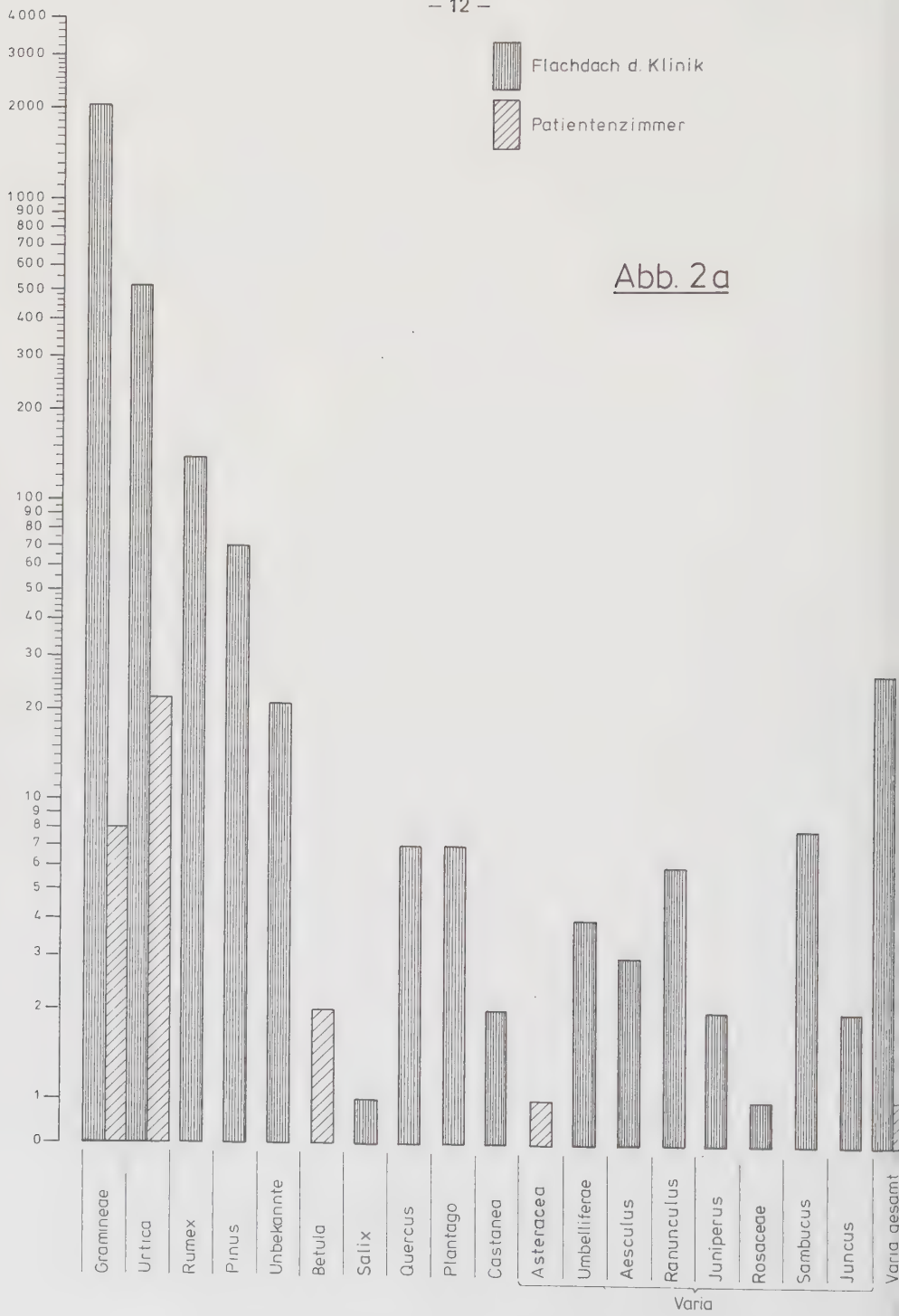


Abb. 2a

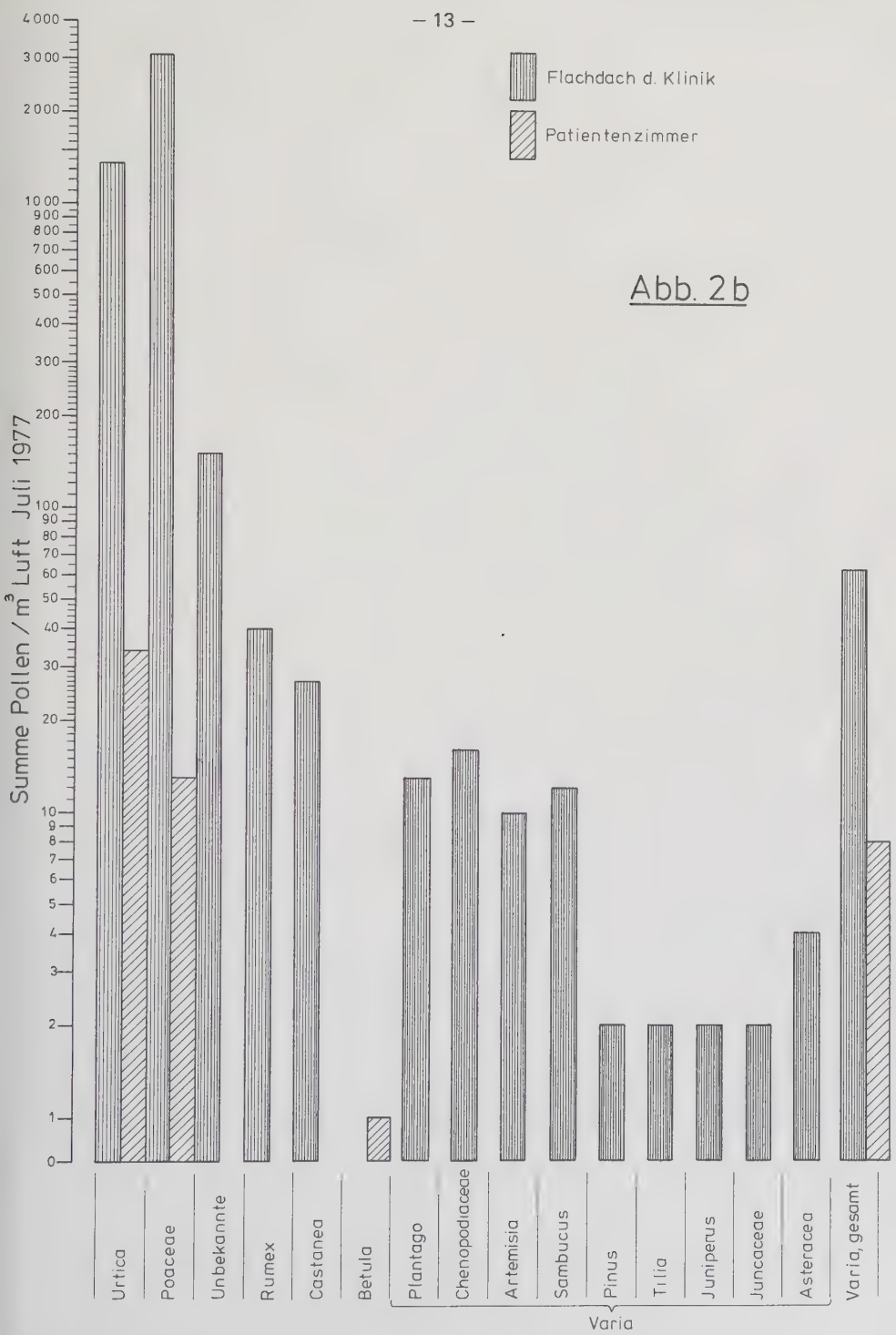


Abb. 3a

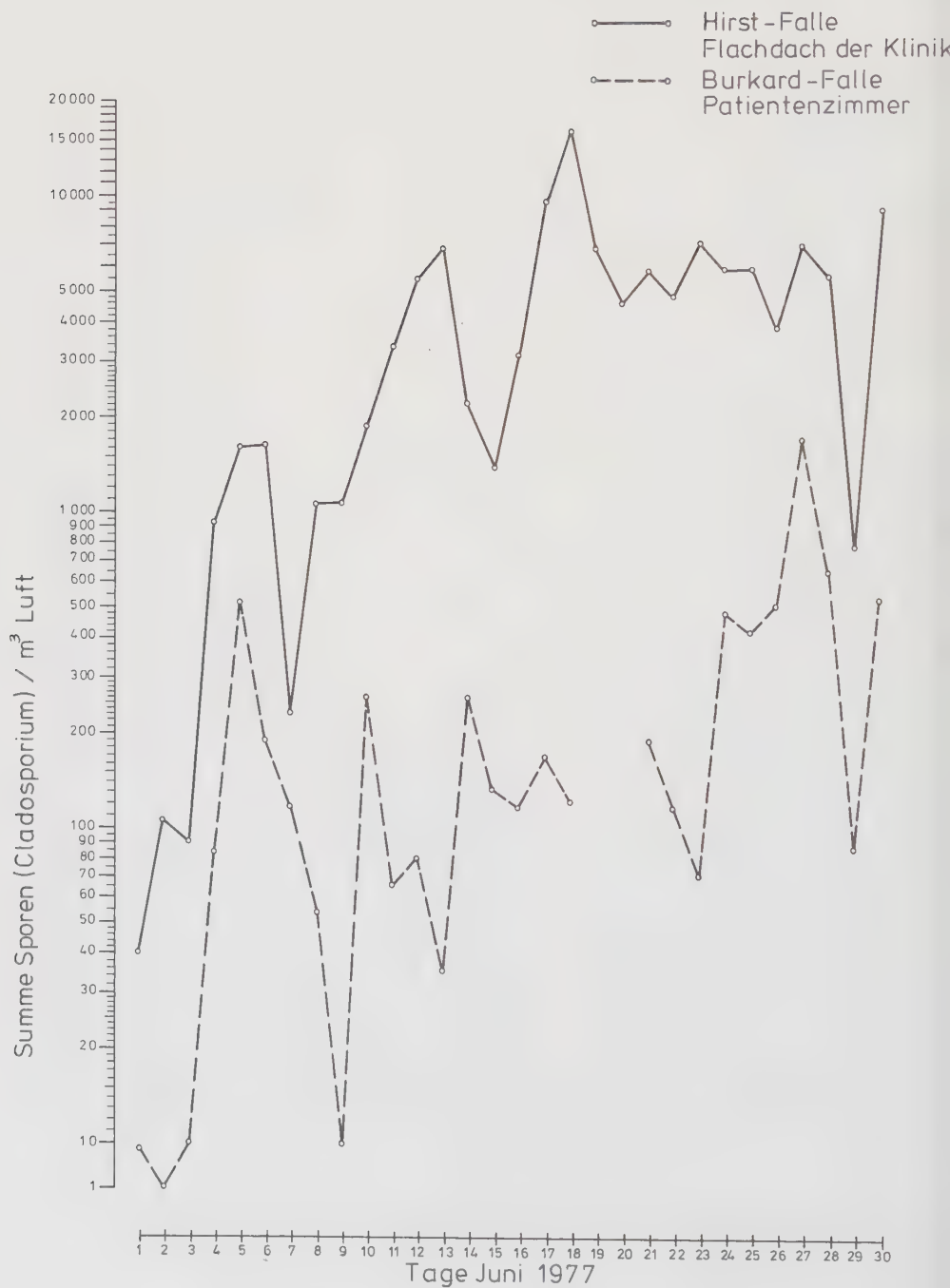
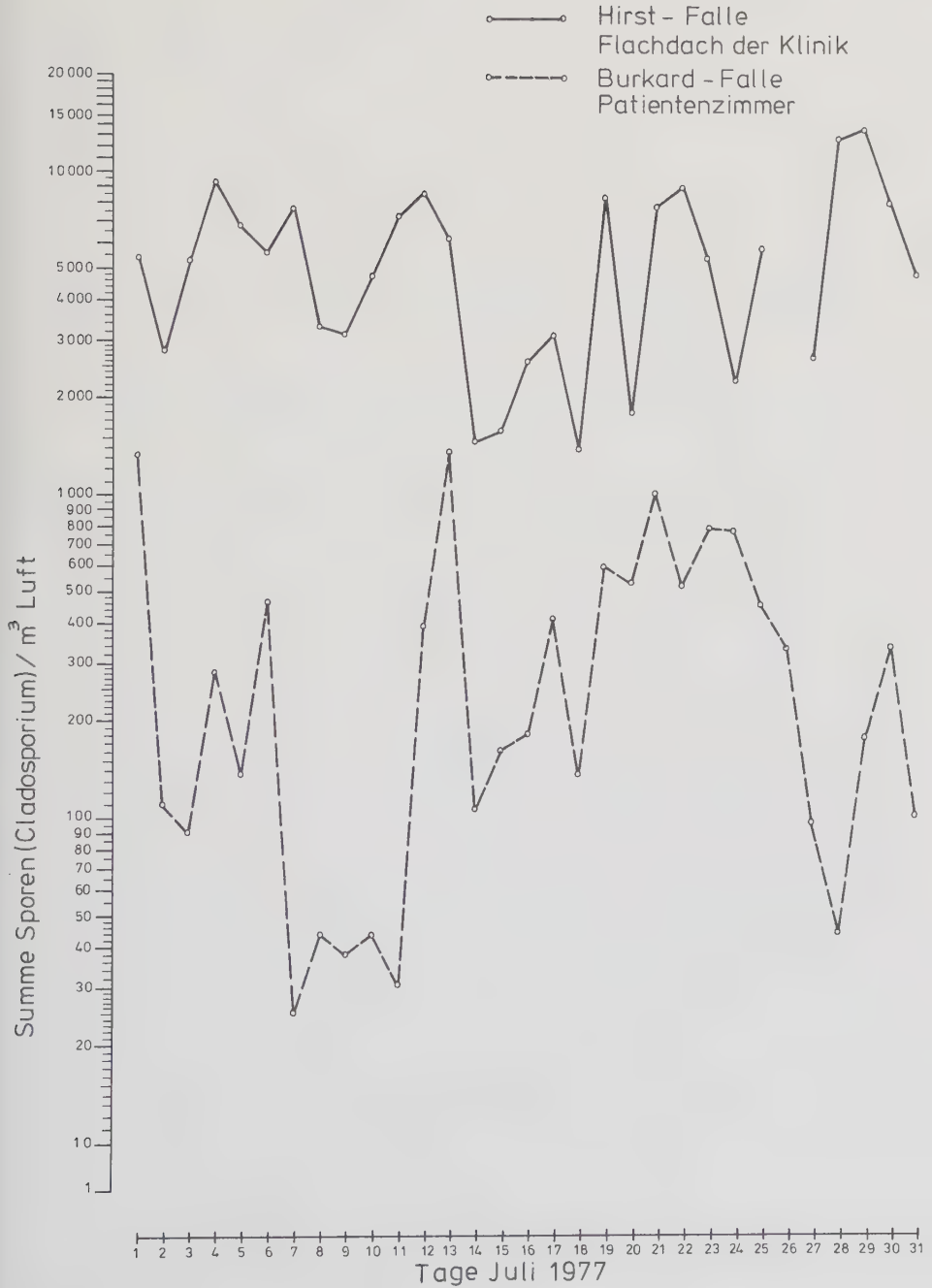


Abb. 3b



dargestellt. Auch hier ist es unschwer zu erkennen, daß in der Innenluft eine deutlich geringere Anzahl vorhanden war.

2. Symptomatologie der Probanden

Bezüglich des Medikamentenverbrauchs (Corticoide, Bronchospasmolytika, Antihistaminika) ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen beobachten, auch nicht bei der Stundenzahl, die das Kippfenster während des Tages und der Nacht geöffnet war. Bezüglich der Augenreizung ließen sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen beobachten. (Tab. 1 bis 3).

Anders verhielt es sich mit den Symptomen Atemnot, Husten, Schnupfen und Niesen. Die beobachtbaren Häufigkeitsunterschiede zwischen den beiden Gruppen 1 und 2 waren auf dem 1%-Niveau signifikant (2- $\hat{I}$ -Test). In Abb. 4 wird dieses graphisch dargestellt. Auf der Abszissenachse steht der Ausprägungsgrad 0 bis +++ (0= keine Beschwerden, += geringfügige Beschwerden, ++= deutliche Beschwerden, +++= starke Beschwerden), wie es die Patienten auf ihren Protokollbögen eintrugen. Auf der Ordinatennachse wird der Prozentsatz wiedergegeben, der andeutet, wie häufig der Ausprägungsgrad eines bestimmten Symptoms beobachtet wurde.

1 und 2 bezieht sich jeweils auf die Gruppen 1 und 2, d.h. 1 = Patienten mit Geräten mit intakter Hochspannungsversorgung, 2 = Patienten mit Leergeräten. Die meisten Probanden gaben den Ausprägungsgrad 0 an. Aus Abb. 4 läßt sich erkennen, daß in der Gruppe 2 durchweg höhere Prozentzahlen erreicht wurden, was bedeutet, daß mehr Patienten dieser Gruppe beschwerdefrei waren im Vergleich zur Gruppe 1. Eine Ausnahme bildete "Husten während des Tages", wo geringfügig häufiger Beschwerdefreiheit in der Gruppe 1 angegeben wurde. Ausprägungsgrade + und ++ wurden meistens häufiger bei den Probanden der Gruppe 1 angegeben, außer bei "Atemnot bei Belastung während des Tages" und "Husten während des Tages" bei Ausprägungsgrad +, während dieses bei Ausprägungsgrad ++ nicht mehr zu beobachten war, eher deutlich mehr Probanden der Gruppe 1. Der Ausprägungsgrad +++ wurde nur wenig angegeben. Man kann jedoch beobachten, daß hier häufiger Beschwerden aus der

Tab.1

Medikamenten-Verbrauch

			Gruppe1	Gruppe 2
Corticoide	Lokal (Hubzahl)	$\bar{X}$	207.33	178.33
		s	206.09	76.62
	Tablettenzahl	$\bar{X}$	26.00	Angaben nur bei 2 Pat.
		s	39.62	
	Theophyllin		Angaben bei 4 Pat.	Angaben bei 3 Pat
Inhalationen	Ipratropiumbromid (Hubzahl)	$\bar{X}$	172.33	152.33
		s	152.37	85.15
	Fenoterolhydrobromid (Hubzahl)	$\bar{X}$	62.55	1Pat.: 5Hübe
		s	88.92	1Pat.: 1Hub
Antihistaminika			1Pat.: 9Tabl.	1Pat. 42 Tabl
			1Pat.: 7Tabl	
			1Pat.:167 Tabl	

Zwischen den beiden Stichproben liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Tab.2

Fenster geöffnet während des Tages und während der Nacht

		(Stundenzahl)	(Stundenzahl)
		Gruppe 1	Gruppe 2
Tag:	$\bar{X}$	171.49	167.83
	s	114.61	98.53
Nacht:	$\bar{X}$	197.66	156.88
	s	101.78	105.21

Zwischen den beiden Stichproben liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

Tab.3

Augenreizung während des Tages und während der Nacht

			AUSPRÄGUNGSGRAD				
			0	+	++	+++	insg.
Gruppe 1	Tag:	abs.	136	31	1	0	168
		in %	80.95	18.45	0.60	0.00	100.00
Gruppe 2	Tag:	abs.	158	22	2	0	182
		in %	86.81	12.09	1.10	0.00	100.00
Gruppe 1	Nacht:	abs.	162	5	1	0	168
		in %	96.43	2.98	0.60	0.00	100.01
Gruppe 2	Nacht:	abs.	173	9	0	0	182
		in %	95.05	4.95	0.00	0.00	100.00

Zwischen den beiden Stichproben liegen keine signifikanten Unterschiede vor.

- Ruhe } Atemnot während des Tages
- Belastung }
- Ruhe } Atemnot während der Nacht
- Belastung }
- Tag } Husten
- Nacht }
- Tag } Schnupfen
- Nacht }
- Tag } Niesen
- Nacht }

1=Gruppe 1 - Geräte mit intakter Hochspannungsfunktion
2=Gruppe 2 - Geräte mit inaktiver Hochspannungsfunktion

Ausprägungsgrad:
0 = keine Beschwerden
+ = geringfügige B.
++ = deutliche B.
+++ = starke B.

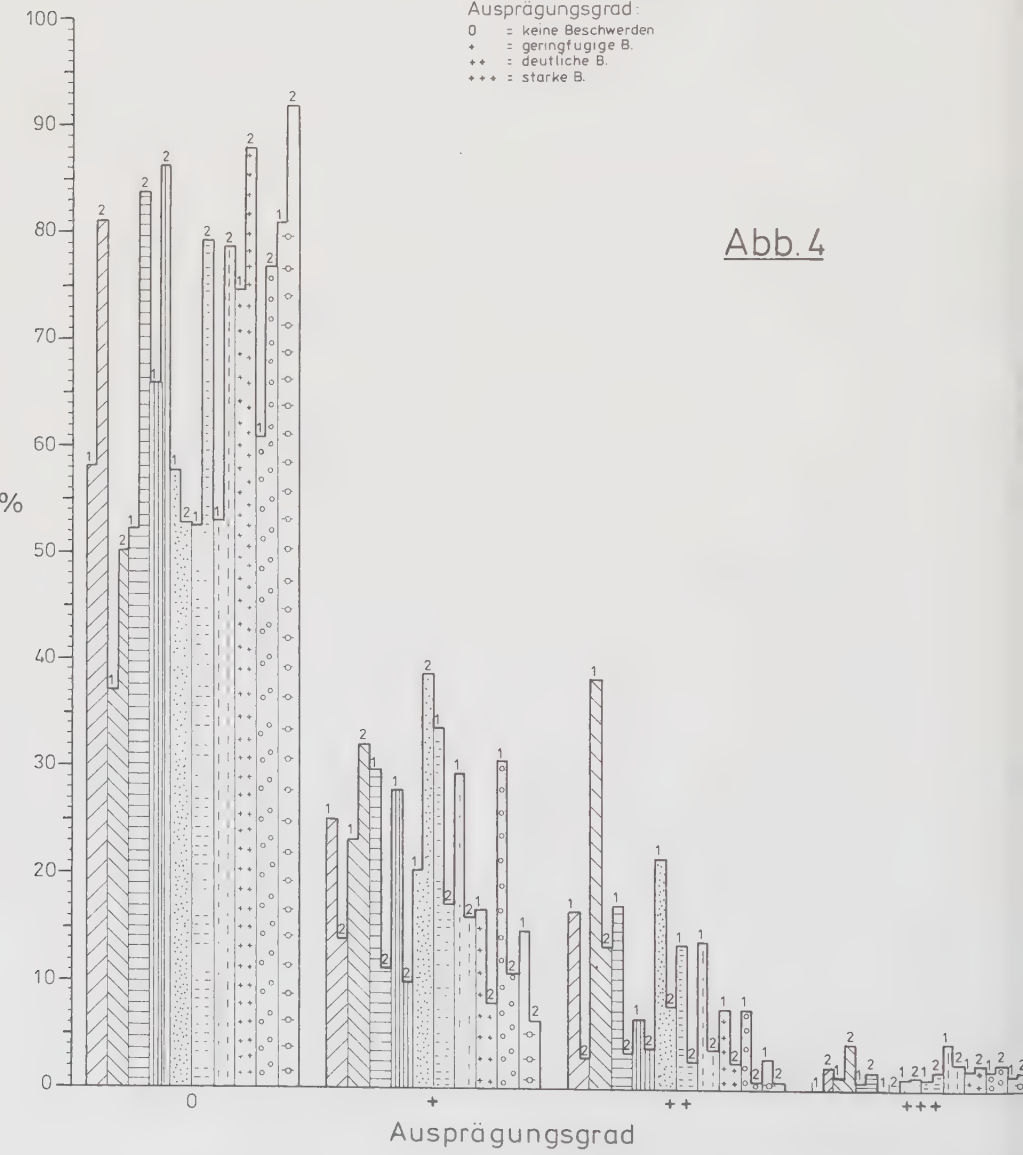


Abb. 4

Gruppe 2 kamen, und zwar "Atemnot bei Ruhe und Belastung während des Tages", "Atemnot bei Ruhe während der Nacht" und "Husten während der Nacht". "Schnupfen während des Tages", Ausprägungsgrad +++, kam am häufigsten bei Patienten der Gruppe 1 vor.

Zusammenfassend ergibt sich aus der statistischen Auswertung, daß die inaktiven Geräte zu signifikant günstigeren Ergebnissen führten.

II. Zweiter Untersuchungsabschnitt

Bei den drei Gruppen dieses Abschnittes bestanden keine signifikanten Unterschiede (Varianzanalyse) bezüglich der Ausgangswerte Rt, TGV und Soll-TGV, so daß diese als gleich angesehen werden konnten. Auch bezüglich der Stundenzahl, die das Kipfenster geöffnet war und sich die Patienten außerhalb des Zimmers aufhielten und der zusätzlichen Medikation ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen beobachten. (Tab. 4 bis 7)

Die Daten der Protokollbögen über die von den Patienten beobachteten Beschwerden wurden als zusammengefaßte Größen wochenweise auf Rangniveau ausgewertet. In Abb. 5 wurde der Median (Def.: Unter dem Median versteht man den Wert, vor und nach welchem in der geordneten Reihe die gleiche Anzahl von Beobachtungen liegt¹²⁾) zur Ergebnisdarstellung verwandt. Variablen 11 und 12, Schnupfen während des Tages und während der Nacht, wurden nicht berücksichtigt. An diesem Untersuchungsteil nahmen keine Heufieberkranken teil, so daß Schnupfen eigentlich nicht in Betracht kam. (Gruppe 1 = Patienten mit Seriengeräten, wie sie im ersten Untersuchungsabschnitt verwendet wurden, Gruppe 2 = Patienten mit Geräten nach Modifikation 7-8, Gruppe 3 = Patienten mit Geräten ohne Hochspannungsfunktion).

Da die Stichproben klein waren, $N = 10$, konnten auch tendenzielle Ergebnisse (p kleiner als 10%) als bedeutsam aufgefaßt werden. Tendenziell signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen wurden bei den Variablen 1, 7 und 9 beobachtet, d.h. Atemnot bei Ruhe wäh-

Tab. 4

R_t, TGV und Soll-TGV vor Behandlung

		R	TGV	Soll - TGV
Gruppe 1	$\bar{X}$	3.87	4447.60	3842.40
	s	1.91	1151.90	534.87
Gruppe 2	$\bar{X}$	5.43	4840.30	3897.90
	s	3.42	949.36	244.45
Gruppe 3	$\bar{X}$	5.23	4634.80	3864.90
	s	3.42	1290.24	446.73

Bei keiner der geprüften Variablen liegen zwischen den Gruppen signifikante Unterschiede vor (Varianzanalysen)

Die Ausgangswerte der Patienten der drei Behandlungsgruppen können deshalb als gleich angesehen werden.

Tab. 5

Fenster geöffnet während des Tages und während der Nacht

		(Stundenzahl) Gruppe 1	(Stundenzahl) Gruppe 2	(Stundenzahl) Gruppe 3
Tag:	$\bar{X}$	6.15	4.83	6.01
	s	5.09	5.17	5.30
Nacht:	$\bar{X}$	5.89	5.11	4.32
	s	5.43	5.33	5.78

Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (Varianzanalysen)

Tab. 6

Aufenthalt außerhalb des Zimmers (während des Tages und während der Nacht)

		(Stundenzahl) Gruppe 1	(Stundenzahl) Gruppe 2	(Stundenzahl) Gruppe 3
Tag:	$\bar{X}$	7.43	7.27	6.01
	s	2.29	2.52	2.21
Nacht:	$\bar{X}$	1.26	1.62	1.02
	s	1.20	1.12	1.18

Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (Varianzanalysen)

Tab. 7

Tage mit Zusatzmedikation nach Medikamentengruppen geordnet

		(Tage) Gruppe 1	(Tage) Gruppe 2	(Tage) Gruppe 3
Theophyllin/Proxyphyllin	$\bar{X}$	2.44	6.10	7.90
	s	4.53	9.83	8.87
Bromhexine	$\bar{X}$	15.88	16.60	13.30
	s	7.00	8.77	10.00
Corticoide	$\bar{X}$	19.88	14.70	18.20
	s	3.33	10.14	6.57
Bronchialkrampflösende Inhalationen	$\bar{X}$	16.55	16.80	18.70
	s	5.83	8.58	6.58
Antihistaminica, Nasentropfen	$\bar{X}$	2.55	4.50	0.90
	s	6.30	6.51	1.91
Sonstige Medikamente	$\bar{X}$	3.55	0.00	0.20
	s	7.21	0.00	0.63

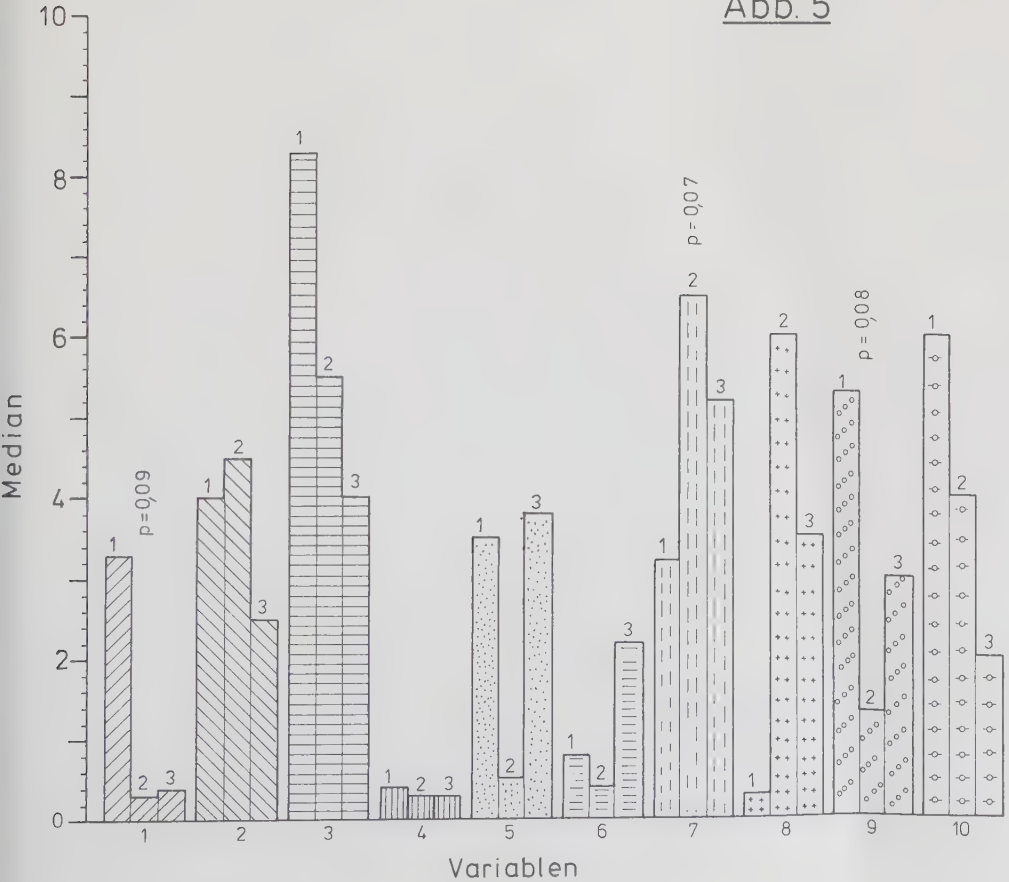
Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben (Varianzanalysen)

Variablen:

- | | | | |
|----|--|-------|-----------------------------|
| 1 |  | Tag | } Atemnot bei Ruhe |
| 2 |  | Nacht | |
| 3 |  | Tag | } Atemnot bei Belastung |
| 4 |  | Nacht | |
| 5 |  | Tag | } Husten |
| 6 |  | Nacht | |
| 7 |  | Tag | } Auswurf |
| 8 |  | Nacht | |
| 9 |  | Tag | } Subj. Befindungsbewertung |
| 10 |  | Nacht | |

- 1= Gruppe 1 –Geräte mit Hochspannungsfunktion
 2= Gruppe 2 –Geräte nach Modifikation 7-8
 3= Gruppe 3 –Geräte ohne Hochspannungsfunktion

Abb. 5



rend des Tages, Auswurf während des Tages und subjektive Befindungsbewertung während des Tages. Über Atemnot klagten hauptsächlich die Patienten der Gruppe 1 ($p=0,09$). Die höchsten Skores wurden auch in dieser Gruppe bei der subjektiven Befindungsbewertung erreicht ($p=0,08$) was heißt, daß die meisten Probanden, die sich subjektiv nicht wohl fühlten, der Gruppe 1 angehörten, sowohl während des Tages als auch während der Nacht. Die niedrigsten Skores dieser beiden Variablen wurden in der Gruppe 2 beobachtet, wobei bei Var. 1 zwischen Gruppe 2 und 3 fast kein Unterschied bestand, während das subjektive Befinden in der Gruppe 2 am besten war. Bei der Var. 7, Auswurf während des Tages, wurden die höchsten Skores in der Gruppe 2 beobachtet ($p=0,07$). Dieses war auch während der Nacht zu beobachten, obwohl hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen bestanden. Aus Abb. 5 kann weiterhin gesehen werden, daß die Patienten der Gruppe 1 über stärkere Beschwerden bezüglich Husten und Atemnot bei Belastung während des Tages im Vergleich zu denen der Gruppe 2 klagten. Auffallend wenig Patienten der Gruppe 1 hatten Auswurf während der Nacht. Überwiegend die Patienten der Gruppe 3 klagten über nächtlichen Husten. Nur wenige der drei Gruppen gaben Atemnot bei Belastung während der Nacht an.

Diskussion

Seit langem schon beschäftigt man sich damit, wie man Personen, die an exogen-allergischem Asthma oder Rhinopathie leiden, helfen könnte, die Beschwerden zu lindern durch die Schaffung eines möglichst allergenfreien Milieus. 1924 beschrieb Storm van Leeuwen¹ ein Gerät zur Filterung von Zimmerluft, das mit einem Kühlsystem arbeitete. Die Allergene, d.h. Pollen und Schimmelpilzsporen wurden dort mit der Feuchtigkeit auf den Rohren des Systems niedergeschlagen. Leopold und Leopold² verwendeten 1927 für diesen Zweck ein Gerät, das Luft durch einen Wassersprühregen trieb und so die Allergene herausfilterierte. Cohen³ beschrieb im gleichen Jahr ein Filter aus gewebter Wolle und Baumwolle, das 99% aller Pollen mit einem Durchmesser von 10 oder mehr Mikron aus hindurchgeleiteter Luft zu entfernen vermochte. 1930 wurde von Peshkin und Beck⁴ ein Filter bestehend aus Celluloseschichten geprüft, das an jedem Fenster angebracht werden konnte. Genannte Autoren konnten gesicherte Erfolge verzeichnen. Auch Stresemann et al.⁶ beobachteten 1975 bei Heufieberkranken in der pollenreichsten Jahreszeit eine hochsignifikante Abnahme des Medikamentenverbrauchs nach Verwendung von mechanischen Zimmerluft-Filtergeräten. Später wurde die Wirksamkeit von in Häusern angebrachten Klimaanlage, vornehmlich in den USA bezüglich ihrer wirksamen Herausfiltrierung von Pollen und Schimmelpilzsporen aus Zimmerluft oder das Verhüten von Eindringen dieser Partikel in die Wohnungen überprüft.^{5, 13-16} Man konnte günstige Ergebnisse erzielen und auch Linderung von Symptomen bei Pollinotikern beobachten.^{5, 15,17}

Diese Geräte waren mechanische Filter, die häufig durch ihre Gebläse Strömungs- oder maschinelle Geräusche verursachten. Auch entwickelten sie zum Teil Geruchsbeimengungen. Ferner mußten die Geräte häufig gewartet und die Filter ausgewechselt werden. Dieses veranlaßte Crip und Green⁷, 1936 für ihre Untersuchungen einen elektrostatischen Luftreiniger zu verwenden. Daß Ozon generell als Nebenprodukt der elektrostatischen Präzipitation entstand, war bekannt, wurde aber nicht weiter beachtet, da es in Konzentrationen geringer als 0,15 ppm, also vergleichbar mit Bergluft, auftrat.

Als Vorteil wurde damals angesehen, daß das Filtergerät leicht zu säubern war, kein Filter ausgewechselt zu werden brauchte, unerwünschte Atembeschwerden nicht zu erwarten waren, da kein Einfluß auf die Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit bestand. Es entstanden keine nennenswerten Betriebsgeräusche. Dabei war das Gerät sehr effektiv:

Es vermochte Pollen zu 100% und alle kleineren Staubteilchen einschließlich Chemikalien in fester oder flüssiger Form (Dämpfe und Gase ausgeschlossen) zu nahezu 100% zu entfernen. Auch Friedlaender und Friedlaender⁸ beobachteten deutliche Abnahme der Beschwerden bei Pollinotikern durch Filtrierung von Raumluft mittels elektrostatischer Präzipitation. Mögliche Nebenwirkungen des produzierten Ozons wurden nicht beschrieben.

Das in den vorliegenden eigenen Untersuchungen verwendete Luftreinigungsggerät filterte ebenfalls Luft nach dem Prinzip der elektrostatischen Präzipitation.

Über den möglichen negativen Einfluß von Ozon und NO_2 auf die Atemwege des Menschen gibt es heute verschiedene Ansichten. F. Silverman^{18,20} und Folinsbee^{18,19} et al. beobachteten bei gesunden Probanden eine signifikante Verschlechterung gewisser Lungenfunktionsprüfparameter unmittelbar nach der Inhalation von 0,37 bis 0,75 ppm O_3 in Ruhe und nach Belastung, wobei zunehmende Verschlechterung mit zunehmender Konzentration zu bemerken war. In den von Kerr et al.³⁸ vorgenommenen Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß die von gesunden Nichtraucherern empfundenen Beschwerden wie Husten und allgemeines Mißempfinden in der Brust mit objektiven Anzeichen einer Abnahme der Lungenfunktion einhergingen (0,6 ppm O_3 6 Stunden). Hackney, Linn u.a.^{47,48} beobachteten, daß bei wiederholter Provokation Gesunder mit O_3 geringe oder keine Veränderung der Lungenfunktion stattfand, während Personen mit anamnestisch hyperreagiblem Bronchialsystem deutliche Symptomatik und Einschränkung der Lungenfunktion aufwiesen

bei normaler Lungenfunktion zu Beginn des Versuchs (0,37 ppm O_3). Wenn bei diesen empfindlichen Probanden der Versuch am nächsten Tag wiederholt wurde, konnten stärkere Veränderungen der Lungenfunktionen im Vergleich zum Vortag beobachtet werden, was darauf schließen ließ, daß ein kumulativer Effekt bei aufeinanderfolgenden Expositionen vorgelegen haben dürfte.

In dem von Linn, Hackney u.a.²¹ später durchgeführten Versuch wurden Asthmatiker O_3 - Konzentrationen von 0,2 ppm zwei Stunden ausgesetzt, unter zusätzlicher intermittierender Wärme- und körperlicher Belastung. Die Autoren konnten keine signifikanten Veränderungen verschiedener Lungenfunktionsprüfparameter beobachten, sondern lediglich geringe aber signifikante Veränderungen einzelner chemischer Blutuntersuchungen. Es konnte nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob diese nicht eine normale Reaktion auf "Stress" waren. De Lucia et al.⁴¹ konnten keine Unterschiede in biochemischen Blutparametern beobachten bei verschiedenen Ozonkonzentrationen (0,15 bis 0,3 ppm), welches sie zum Teil auf die große Reaktivität des Lungengewebes mit O_3 zurückführten. Es scheint aber auch eine Tendenz bei zumindest einigen Personen zu geben, sich an gewisse O_3 -Konzentrationen wie sie in Episoden starker Umweltverschmutzung vorkommen, zu gewöhnen, so daß deutliche respiratorische Wirkungen verhütet werden.²² Hackney, Linn u.a.⁴⁹ bestätigten diese Beobachtung in einem Versuch, in dem Kanadier mit Kaliforniern verglichen wurden. Erstere wiesen durchschnittlich größere Reaktion klinisch und physiologisch gegenüber der Aussetzung von Ozon (0,37 ppm) auf. Die Kalifornier schienen sich an die Ozonkonzentrationen durch ständige Aussetzung gewöhnt zu haben.

Im ersten Untersuchungsabschnitt der vorliegenden Arbeit sollte das Luftreinigungsgerät daraufhin geprüft werden, ob es mittels Herausfiltrierung von Pollen und Schimmelpilzsporen aus Raumluft eine Verringerung der Beschwerden bei exogen-allergischen Asthmatikern und Heufieberkranken zu bewerkstelligen vermochte. Das Gerät war gut geeignet, diese Partikel effektiv zu beseitigen, wie durch früher durchgeführte Untersuchungen^{23,24} belegt werden konnte. Es wurde bewußt eine pollenreiche Jahreszeit gewählt. Der von uns ermittelte Pollen- und Sporengehalt in der Zimmerluft war sehr gering im Vergleich zur Außenluft. Es konnte jedoch davon ausgegangen werden, daß dennoch bei entsprechend sensibilisierten Personen Beschwerden auftreten würden.

Erwartungsgemäß hätten die Probanden, die ein aktives Gerät auf dem Zimmer hatten, beschwerdeärmer werden müssen. Diese Erwartung bestätigte sich nicht: Das Gegenteil war der Fall. Die aktiven Geräte führten zu signifikant ungünstigeren Ergebnissen gegenüber denen der Leergeräte, und zwar bei den typischen Symptomen Atemnot, Husten, Schnupfen und Niesen.

Es wurde erwogen, daß der Luftreiniger möglicherweise einen Einfluß auf die positiven und negativen Ionen im Raum haben könnte. Es ist bekannt, daß positive und negative Ionen in einem Verhältnis von etwa 1:1 notwendig sind für das allgemeine Wohlbefinden, besser sogar ein geringer Überschuß an negativen Ionen. Untersuchungen in den MIELE-Werken Bielefeld²⁵ ergaben, daß der Luftreiniger weder positive noch negative Ionen produzierte und auch in keiner Weise die positiven und negativen Ionen in einem Prüfraum beeinflusste.

Die nächste mögliche Erklärung, die wir in Erwägung zogen war, daß Ozon und Nitrosegase in ausreichender Menge produziert wurden, um einen negativen Einfluß auf die Atemwege der Probanden zu haben. Hier setzte daher der zweite Teil unserer Unter-

suchungen an. Er knüpfte an eine zuverlässige Bestimmung der Ozon-, NO- und NO₂-Produktion der elektrostatischen Raumluftreiniger an⁹ und ließ feststellen, daß entsprechend unserer Erwartung tatsächlich die Emission dieser Gase (O₃ 0,025 ppm, NO 0,006 ppm und NO₂ 0,012 ppm auf Gebläsestufe 2) aus den von uns verwendeten Geräten nachgewiesen werden konnte. Diese sind allerdings geringe Konzentrationen im Vergleich zu denen in bereits erwähnten experimentellen Versuchen verwendeten Konzentrationen. Die Autoren setzten ihre Probanden jeweils nur kurzfristig O₃-haltiger Luft aus, während die Luftreiniger in der vorliegenden Arbeit drei Wochen lang ununterbrochen in Betrieb waren und später, wenn sie in Haushaltungen von Pollinotikern eingesetzt werden sollten, wahrscheinlich noch länger ständig in Betrieb sein würden.

Wir ließen daher zur Bestätigung unserer Annahme eine Modifikation der Geräte herstellen, deren Ozon-Ausstoß signifikant unter dem des eingangs verwendeten Gerätetyps lag (0,005 ppm), während die Konzentrationen des NO und NO₂ unverändert blieben. Die Ergebnisse des zweiten Untersuchungsabschnittes bestätigten unsere Arbeitshypothese: Die meisten Beschwerden wurden wiederum von den Patienten angegeben, die ein Gerät wie es im ersten Abschnitt verwendet wurde, auf dem Zimmer hatten, während die Probanden mit den modifizierten Geräten signifikant weniger Beschwerden hatten.

Eine wichtige Beobachtung machten König et al.²⁶: Ozon bewirkte eine deutliche Erhöhung der bronchialen Reagibilität bei Patienten mit obstruktiver Bronchopneumopathie bereits bei 0,1 ppm. Hieraus schlossen sie, daß Ozon schon im MAK-Wert (max. Arbeitsplatzkonzentration für O₃ = 0,1 ppm) an vorgeschädigter Bronchialschleimhaut eine erhebliche Bronchialobstruktion auszulösen vermag. In Abhängigkeit von der Konzentration führte Ozon auch bei Gesunden zu einer Zunahme der bronchomotorischen Reagibilität auf Acetylcholin, ohne daß eine meßbare Bronchokonstriktion nachweisbar war. Von Nieding et al.²⁷ beobachteten dieses bereits bei 0,1 ppm nach zweistündiger Exposition, König et al.^{26,44} bei 0,32 ppm und Holtzman et al.²⁸ bei 0,6 ppm. Dies ist geeignet, die

Tatsache der Beschwerdeintensivierung unserer Asthmakranken unter dem Einfluß des von den Luftreinigungsgeräten abgegebenen geringen Mengen von Stickoxyden und Ozon zu erklären, weil bekanntlich die Acetylcholinshawelle bei Asthmatikern erniedrigt ist.⁵¹

Die Ozonkonzentrationen, die von den im ersten Teil verwendeten Geräten produziert wurden; waren auch im Vergleich zu diesen Untersuchungen sehr gering. Aufgrund unserer Ergebnisse erscheint es dennoch möglich, daß diese geringen Konzentrationen bei entsprechend empfindlichen Personen zu Beschwerden führen können. Außerdem scheint natürlich vorkommendes Ozon für den menschlichen Organismus besser verträglich zu sein als gleiche Mengen künstlich erzeugten Ozons, das meist mit anderen Schadstoffen, wie Nitrosogasen gekoppelt ist.³⁹

Zur Ermittlung des möglichen negativen Einflusses der Inhalation von NO_2 auf die Atemwege sind ebenfalls verschiedene Untersuchungen durchgeführt worden. Stresemann et al.²⁹ beobachteten einen signifikanten Anstieg der Resistance nach der ersten oder zweiten Inhalation von 5 ppm NO_2 (=Mak-Wert) bei Gesunden, der kurzfristig war und subjektiv von den Probanden nicht bemerkt wurde. Die Resistance war noch im Bereich der Norm. Beil und Ulmer⁴⁵ beobachteten ebenfalls einen signifikanten Resistanceanstieg bei der Inhalation von NO_2 in Konzentrationen von 2,5 und mehr ppm und einer bestehenden ACH-Überempfindlichkeit. Orehek et al.³⁰ konnten eine erhöhte Reagibilität der Bronchien mit Neigung zu Resistancesteigerung bei einigen Asthmatikern bei geringen Konzentrationen wie 0,1 und 0,2 ppm beobachten. Auch von Nüding et al.²⁷ beobachteten signifikante Abnahme des PaO_2 und Zunahme des Atemwegswiderstandes bei der Inhalation von NO_2 in MAK-Konzentration bei Gesunden. Die Inhalation von $\text{NO}_2 + \text{O}_3$ führte zu keiner weiteren Verschlechterung gegenüber NO_2 allein. Dieses wurde in dem von Hackney et al. durchgeführten Versuch⁴⁷ ebenfalls festgestellt.

Das von den ursprünglich verwendeten Geräten produzierte NO_2 lag nahe der Nachweisgrenze, 0,012 ppm. Auch bei den modifizierten Geräten wurde die gleiche Menge erzeugt. Da bei der Inbetriebnahme der modifizierten Geräte bessere Resultate gegenüber denen der ursprünglichen zu beobachten war, ist anzunehmen, daß NO_2 in dieser Konzentration wahrscheinlich nur wenig -wenn überhaupt- Einfluß auf die Atemwege oder bronchiale Reagibilität der Probanden haben konnte.

In verschiedenen tierexperimentellen Versuchen wurde festgestellt, daß die Inhalation von O_3 und NO_2 ³¹⁻³⁷ zu ernststen morphologischen Schäden besonders in der Lungenperipherie führen. Diese schließen Verdickung der alveolaren und bronchiolaren Wand ein, Zunahme der schleimbildenden Zellen, Metaplasie. Veränderung der Zellmembran mit folglichem Austritt von Zellinhalt ist beschrieben worden, möglicherweise auch der Austritt von Histamin, das verantwortlich sein könnte für die Lungenfunktionsänderungen nach Inhalation dieser Gase. Ferner konnte Schädigung der Ziliarzellen in den terminalen Bronchiolen beobachtet werden. Eine Abnahme der Abwehrmechanismen gegenüber bakteriell bedingter Pneumonie nach der Inhalation eines NO_2 - und/oder O_3 -Gemisches wurde ebenfalls tierexperimentell beobachtet, besonders bei wiederholter Inhalation dieser Gase. ^{43,50.}

Zusammenfassend ist nun die Schlußfolgerung begründet, daß

1. Raumluftfiltrationsanlagen nicht nur als mechanische Filtergeräte, sondern auch durch elektrostatische Präzipitation Luftverunreinigungen zu eliminieren vermögen.
2. die bei dem elektrostatischen Präzipitationsverfahren in handelsüblichen Luftfiltergeräten entstehenden O_3 -Konzentrationen geeignet sind, bei hyperreagiblem Bronchialsystem unterschwellige klinische Reaktion auszulösen.
3. die Verringerung der O_3 -Produktion dieser Geräte das Ergebnis mit solchen Geräten optimiert und sie hierdurch erst für Personen mit hyperreaktivem Bronchialsystem brauchbar macht.

Zusammenfassung

Die Wirkung eines kommerziellen elektrostatischen Luftfilterungsgerätes auf Patienten mit Atemwegserkrankungen wurde in zwei Abschnitten, jeweils im Doppelblindversuch durchgeführt:

1. Im ersten Untersuchungsabschnitt erwiesen sich die Geräte ohne Hochspannungsfunktion (Blindgeräte) in ihrem Einfluß auf das subjektive Befinden und verschiedene Prüfparameter als den Seriengeräten mit aktiven Hochspannungsfiltern überlegen.

Gleichzeitig wurden Messungen des Pollen- und Schimmelpilzsporengehaltes der Außenluft und der Luft in den Patientenzimmern durchgeführt. Hierbei waren die Werte in der Außenluft deutlich höher als in der Zimmerluft.

2. Im zweiten Untersuchungsabschnitt bewirkten elektrotechnisch modifizierte Geräte, welche weniger O_3 , jedoch die gleiche Menge NO und NO_2 wie die Seriengeräte zu 1. erzeugten, eine signifikante Verringerung von Atembeschwerden und Steigerung des subjektiven Befindens gegenüber den Seriengeräten und den Blindgeräten. Dieses Resultat unterstreicht die Bedeutung von O_3 als Luftverunreinigung für das hyperreagible Bronchialsystem von Asthmakranken.

Literaturnachweis

1. Storm van Leeuwen, W.:
Proc. Roy. Soc. Med. 17:19, 1924; International Clinics 2: 1,
1927 (Zit. nach 5.)
2. Leopold, S.S., Leopold, C.S.:
J.A.M.A. 84: 731, 1925 (Zit. nach 5.)
3. Cohen, M.B.:
J. Lab. & Clin. Med. 13: 59, 1927 (Zit. nach 5.)
4. Peshkin, M.M., Beck, I.:
J. Lab. & Clin. Med. 15: 643, 1930 (Zit. nach 5.)
5. Vaughan, W.T., Cooley, L.E.:
Air Conditioning as a means of removing Pollen and other Particulate
Matter and of relieving Pollinosis. J. Allergy 5: 37, 1933
6. Stresemann, E., Oswald, W.D., Dhonau, H.:
Wirkungsprüfung eines Luftfiltergerätes bei Heufieberkranken
eine Doppelblindstudie. Staub - Reinhalt. Luft 35: 219, 1975
7. Crip, L.H., Green, M.A.:
Air Cleaning as an Aid in the Treatment of Hay Fever and Bronchial
Asthma. J. Allergy 7: 120, 1936
8. Friedlaender, S., Friedlaender, A.S.:
Effectiveness of a portable Electrostatic Precipitator in Elimination
of Environmental Allergens and Control of Allergic Symptoms.
Ann. Allergy 12: 419, 1954
9. Georgii, H.W.:
Untersuchung über die Emission von Ozon, Stickstoffmonoxyd und
Stickstoffdioxid beim Betrieb des Luftreinigers L 265 der Firma
MIELE. Prüfbericht unveröffentlicht.
10. Stix, E., Ferretti, M.L.:
Grundwerte des Pollen- und Sporengehaltes der Luft in der Bundes-
republik Deutschland 1976 - 1970. DFG Komm. Erforschung d. Luft-
verunreinigung Mitt. 11: 7-52, 1974

11. Reiss, J.:
Aeromcological investigations in West-Germany II. Seasonal and diurnal periodicity in the period 1971-1972.
Zbl. Bakt. Abt. II, Bd. 130: 157, 1975
12. Cavalli-Sforza, L.:
Biometrie Grundzüge biologisch-medizinischer Statistik.
Gustav Fischer Verlag - Stuttgart 1980
13. Leslie, N., Gay, M.D.:
The treatment of hay fever and pollen asthma by air-conditioned Atmosphere. J. Am. Med. Ass. 100: 1382, 1933
14. Hirsch, D.J., Hirsch, S.R., Kalbfleisch, J.H.:
Effect of central air conditioning on meteorologic factors on indoor spore counts. J. Allergy Clin. Immunol. 62(1): 22, 1978
15. Kooistra, J.B., Pasch, R., Reed, C.E.:
The effects of air cleaners on hay fever symptoms in air-conditioned homes. J. Allergy Clin. Immunol. 61(5): 315, 1978
16. Solomon, W.R., Burge, H.A., Boise, J.R.:
Exclusion of particulate allergens by window air conditioners. J. Allergy Clin. Immunol. 65(4): 305, 1980
17. Nelson, T., Rappaport, B.Z., Welker, W.H.:
The effect of air filtration in hay fever and pollen asthma. J. Am. Ass. 100: 1385, 1933
18. Silverman, F., Folinsbee, L.J., Barnard, J., Shephard, R.J.:
Pulmonary function changes in ozone-interaction of concentration and ventilation. J. Appl. Physiol. 41(6): 859, 1976
19. Folinsbee, L.J., Horvath, S.M., Raven, P.B., Bedi, J.F., Morton, A.R., Drinkwater, B.L., Bolduan, N.W., Gliner, J.A.:
Influence of exercise and heat stress on pulmonary function during ozone exposure. J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol. 43(3): 409, 1977
20. Bates, D.V., Bell, G.M., Burnham, C.D., Hazucha, M., Mantha, J., Pengelly, L.D., Silverman, F.:
Short-term effects of ozone on the lung. J. Appl. Physiol. 32(2): 176, 1972

21. Linn, W.S., Buckley, R.D., Spier, C.E., Blessey, R.L., Jones, M.P., Fischer, D.A., Hackney, J.D.:
Health effects of Ozone exposure in asthmatics.
Am. Rev. Respir. Dis. 117: 835, 1978
22. Hackney, J.D., Linn, W.S., Mohler, J.G., Collier, C.R.:
Adaptation to short-term respiratory effects of ozone in men exposed repeatedly. J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol. 43(1): 82, 1977
23. Brauss, Fr.W.:
Untersuchung des Luftreinigers Typ L 275 Fa. MIELE auf seine Einsatzfähigkeit in der Infektionsprophylaxe.
Prüfbericht unveröffentlicht, 1976
24. Otte, H.J.:
Gutachtliche Stellungnahme über die Wirkung des MIELE-Electronic-Luftreinigers L 275 de Luxe.
Prüfbericht unveröffentlicht, 1976
25. MIELE-Werke Bielefeld, Prüfbericht Nr. 80/357:
Einfluß des Luftreinigers L 265 auf die neg. und pos. Ionen in einem Prüfraum.
Unveröffentlicht, 1980
26. König, G., Römmelt, H., Kienle, H., Dirnagl, K., Polke, H., Fruhmann, G.:
Änderung der bronchomotorischen Reagibilität des Menschen durch Einwirkung von Ozon. ASP 11: 261, 1980
27. Nieding, G. von, Wagner, H.M., Krekeler, H., Löllgen, H., Fries, W., Beuthan, A.:
Controlled studies of human exposure to single and combined Action of NO₂, O₃ and SO₂. Int. Arch. Occup. Environ. Health 43: 195, 1979
28. Holtzman, M.J., Cunningham, J.H. et al.:
Am. Rev. Respir. Dis. 120: 1059, 1979
29. Stresemann, E., Nieding, G. von:
Akute Wirkung von 5 ppm NO₂ auf den Atemwegswiderstand des Menschen. Staub-Reinhalt. Luft 30(6): 259, 1970

30. Orehek, J., Massari, J.P., Gayraud, P., Grimaud, C., Charpin, J.:
Effect of short-term, low-level Nitrogen Dioxide exposure on
bronchial sensitivity of asthmatic patients.
J. Clin. Invest. 57: 301, 1976
31. Freeman, G., Stephens, R.J., Coffin, D.L., Stara, J.F.:
Changes in dogs' lungs after long-term exposure to ozone.
Arch. Environ. Health 26: 209, 1973
32. Carroll, E.C., De Lucia, A.J., Reddy, A.K., Hussain, M.Z.,
Chow, C.-K., Mustafa, M.G.:
Ozone interactions with lung tissue. Am. J. Med. 60: 929, 1976
33. Schwartz, L.W., Dungworth, D.L., Mustafa, M.G., Tarkington, B.K.,
Tyler, W.S.:
Pulmonary responses of rats to ambient levels of ozone.
Effects of 7-day intermittent or continuous exposure.
Lab. Invest. 34(6): 565, 1976
34. Stephens, R.J., Sloan, M.F., Evans, M.J., Freeman, G.:
Early response of lung to low levels of ozone.
Am. J. Pathol. 74(1): 31, 1974
35. Stephens, R.J., Freeman, G., Evans, M.J.:
Ultrastructural changes in connective tissue in lungs of rats
exposed to NO₂. Arch. Intern. Med. 127: 873, 1971
36. Freeman, G., Stephens, R.J., Crane, S.C., Furiosi, N.J.:
Lesions of the lungs of rats continuously exposed to 2 ppm of
Nitrogen Dioxide.
Arch. Environ. Health 17: 181, 1968
37. Russell, P., Dibble, J., Weiner, J.:
Alveolar wall cells of the Guinea Pig. Increase in response to
2 ppm Nitrogen Dioxide. Arch. Environ. Health 24: 43, 1972
38. Kerr, H.D., Kulle, T.J., McIlhany, M.L., Swidersky, P.:
Effects of Ozone on pulmonary function in normal subjects.
Am. rev. Resp. Dis. 111: 763, 1975
39. Attmannspacher, W.:
Extrem hohe Konzentrationen natürlichen Ozons auf dem Hohenpeissen-
berg, aktuelle Ergebnisse. VDI-Berichte Nr. 270, 1977

40. Hazucha, M., Silverman, F., Parent, C., Field, S., Bates, D.V.:
Pulmonary Function in Man after Short-Term Exposure to Ozone.
Arch. Environ. Health 27: 183, 1973
41. De Lucia, A.J., Adams, W.C.:
Effects of O₃ inhalation during exercise on pulmonary function
and blood biochemistry.
J.Appl.Physiol.: Respirat.Environ. Exercise Physiol. 43(1): 75, 1977
42. Zimmermann, I., Ulmer, W.T.:
Influence of low concentrations of allergens on bronchial system.
Respiration 35: 87, 1978
43. Ehrlich, R., Findlay, J.C., Fenters, J.D., Gardner, D.E.:
Health-effects of short-term inhalation of Nitrogen Dioxide and
Ozone mixtures. Environmental Research 14, 223, 1977
44. Nieding, G.von, Wagner, M., Löllgen, H., Krekeler, H.:
Zur akuten Wirkung von Ozon auf die Lungenfunktion des Menschen.
VDI-Berichte Nr. 270, 1977
45. Beil, M., Ulmer, W.T.:
Wirkung von NO₂ im MAK-Bereich auf Atemmechanik und bronchiale
Acetylcholinempfindlichkeit bei Normalpersonen.
Int.Arch.Occup. Environ. Hlth 38: 31, 1976
46. Nieding, G.von, Krekeler, H., Smidt, U., Muysers, K.:
Akute Wirkung von 5 ppm NO₂ auf die Lungen- und Kreislauffunktion
des gesunden Menschen. Int. Arch. Arbeitsmed. 27, 234, 1970
47. Hackney, J.D., Linn, W.S., Mohler, J.G., Pedersen, E.E.,
Breisacher, P., Russo, A.:
Experimental studies on Health effects of air pollutants. Four-hour
exposure to ozone alone and in combination with other pollutant
gases. Arch. Environ. Health 30: 379, 1975
48. Hackney, J.D., Linn, W.S., Mohler, J.G. u.a.:
Experimental studies on human health effects of air pollutants III.
Two-hour exposure to ozone alone and in combination with other
pollutant gases.
Arch.Environ. Health 30: 385, 1975

49. Hackney, J.D., Linn, W.S., Karuza, S.K., Buckley, R.D., Law, D.C.,
Bates, D.V., Hazucha, M., Pengelly, L.D., Silverman, F.:
Effects of ozone exposure in Canadians and Southern Californians,
Evidence of adaptation?
Arch. Environ. Health 32: 110, 1977
50. Ehrlich, R.:
Effect of Nitrogen Dioxide on Resistance to Respiratory Infection.
Bacteriol. Review 30: 604, 1966
51. Tiffeneau, R.:
Recherches sur l'intensité des stimuli bronchoconstrictifs
asthmogènes. Med. exper. 1 (1959). Zit. n. D.G.R. Findeisen:
Asthma bronchiale, Berlin 1968.)

A n h a n g

B e i s p i e l

Patientenmerkblatt:

Sehr geehrte ...

Sie nehmen an einer Untersuchung über die Wirkung von Raumluftreinigung Ihres Zimmers auf Ihre Atemwege teil.

In Ihrem Zimmer wird ein Luftfiltergerät für einen Zeitraum von 3 Wochen Tag und Nacht in Betrieb sein. In dieser Zeit soll die Raumluft in Ihrem Zimmer von Asthma- und Heuschnupfen-auslösenden schwebenden Luftverunreinigungen der Außenluft, insbesondere von Pollen (Blütenstäuben) und Schimmelpilzsporen durch die Luftfiltration befreit werden. Damit diese Wirkung erreicht werden kann, werden Sie gebeten, die Zugangstür vom Korridor und die Balkontür Ihres Zimmers nur kurzfristig zum Betreten und Verlassen des Raumes zu öffnen und während der übrigen Zeit geschlossen zu halten. Die Belüftung kann jederzeit durch das Kippfenster in der Balkontür vorgenommen werden. Falls Sie dies für länger als 10 Minuten ausdehnen (Z.B. während der Nacht) vermerken Sie es bitte im Beobachtungsbogen.

Das Raumluftreinigungsgerät wird montags mittags um 12.00 Uhr von Ihnen selbst durch Knopfdruck auf die Netzschaltertaste des Gerätes in Betrieb genommen. Es soll ständig bei Stufe II des Ventilators (hoher Luftdurchsatz) arbeiten. Bitte lassen Sie es Tag und Nacht eingeschaltet. An das leise Hintergrundrauschen des Gerätes werden Sie sich schnell gewöhnen, wie das Schlafen in Räumen mit Klimaanlage allgemein beweist.

Die Heizung Ihres Luftreinigungsgerätes ist nicht angeschlossen.

Nach 3 Wochen Laufzeit, also an einem Montag, 12.00 Uhr, endet die Beobachtungsperiode. Wir bitten Sie dann, die Stationsschwester davon zu verständigen. Bitte reichen Sie dann auch Ihren in den

zurückliegenden 3 Wochen geführten Beobachtungsbogen an das Sekretariat der Asthmaklinik persönlich zurück.

Wir danken Ihnen für Ihre Mitarbeit an diesem wichtigen Projekt, das Aufschluß darüber bringen wird, ob Raumlufthereinigung bei Asthma- und Allergiekranke in der hier vorgesehenen Form nützlich ist.

BEOBACHTUNGSBOGEN - Seite 1

Patient:	Zi.Nr.	I-R-Gerät Nr.	Beobachtungsperiode vom												bis
		BESCHWERDEN:*													
		Atemnot bei Ruhe		b.Belastung		Husten		Schnupfen		Niesen		Augenreizung			
		T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N		
Mo															
Di															
Mi															
Do															
Fr															
Sa															
So															
Mo															
Di															
Mi															
Do															
Fr															
Sa															
So															
Mo															
Di															
Mi															
Do															
Fr															
Sa															
So															
Mo															
Di															
Mi															
Do															
Fr															
Sa															
So															

* AUSPRÄGUNGSGRAD Obis+++ 0 = keine Beschwerden, + = geringfügige B., ++ = deutl. B., +++ = starke B. T = tags 9-2100, N = nachts 2100-900

BEOBACHTUNGSBOGEN - Seite 2

MEDIKAMENTEN - VERBRAUCH

Corticoide		Bronchialkrampflösende		Antihistaminika, Nasentropfen		Fenster geöffnet		Bemerkungen z.B. Spaziergang
Lokal, z.B. Viarox Hubzahl	Tabletten z.B. Delphicort Tabl.-Zahl	Inhalationen Atrovent Hubzahl	Berotec Hubzahl	Tabl.-Zahl	Menge	T	N	
Mo.								
Di.								
Mi.								
Do.								
Fr.								
Sa.								
So.								
Mo.								
Di.								
Mi.								
Do.								
Fr.								
Sa.								
So.								
Mo.								
Di.								
Mi.								
Do.								
Fr.								
Sa.								
So.								
Mo.								
Di.								
Mi.								
Do.								
Fr.								
Sa.								
So.								

T=tags 9 - 21.00, N=nachts 21.00 - 9.00

Lebenslauf

Am 4. Januar 1953 wurde ich als zweite Tochter des Gerichtsreferendars, jetzt Prof. Dr. jur. Rolf Dannenbring (LL.B) und seiner Ehefrau Gudrun geb. Range, in Bremen geboren.

Im Jahre 1959 wurde ich in die Grundschule in Kiel eingeschult. Nachdem meine Eltern nach Südafrika verzogen waren, setzte ich meine Schulausbildung zunächst an der Deutschen Schule zu Pretoria (1960 bis 1963) und sodann an der Deutschen Schule zu Hermannsburg, Natal (1964 bis 1968) und schließlich an der Menloparkse Hoërskool in Pretoria (1969 bis 1970) fort. Den Schulabschluß erreichte ich mit der Matrikulation (matriculation) Ende 1970.

Im Februar 1971 nahm ich das Studium der Medizin an der Medizinischen Fakultät der Universität von Pretoria auf und bestand im Jahre 1976 das Abschlußexamen mit der Verleihung des Grades M.B., Ch.B. (Bachelor of Medicine and Bachelor of Surgery).

Mein einjähriges Medizinalpraktikum (internship) leistete ich am Provinzkrankenhaus Uitenhage (Kapprovinz) ab und wurde am 15. Dezember 1977 als praktische Ärztin (medical practitioner) approbiert. Vom 1. Januar bis 31. März 1978 arbeitete ich als Medizinalbeamtin (medical officer) am Krankenhaus Paarl (Kapprovinz).

Am 25. Mai 1978 reiste ich nach Deutschland, um am 1. Juni 1978 eine Tätigkeit als Assistenzärztin in dem Fachbereich Innere Medizin an den Kliniken am Burggraben, Bad Salzufen, aufzunehmen.

Mit Wirkung vom 16. Oktober 1979 wurde mir die deutsche Approbation als Arzt erteilt.

Seit dem 1. Januar 1981 bin ich an den Städtischen Krankenanstalten Bielefeld Rosenhöhe als Assistenzärztin, ebenfalls in dem Fachbereich Innere Medizin, tätig.

